

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

H 04 N 5/335

識別記号 庁内整理番号

V 8838-5C

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数4(全11頁)

(21)出願番号 特願平3-271009

(22)出願日 平成3年(1991)10月18日

(71)出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72)発明者 柳館 昌春

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ  
ンパス光学工業株式会社内

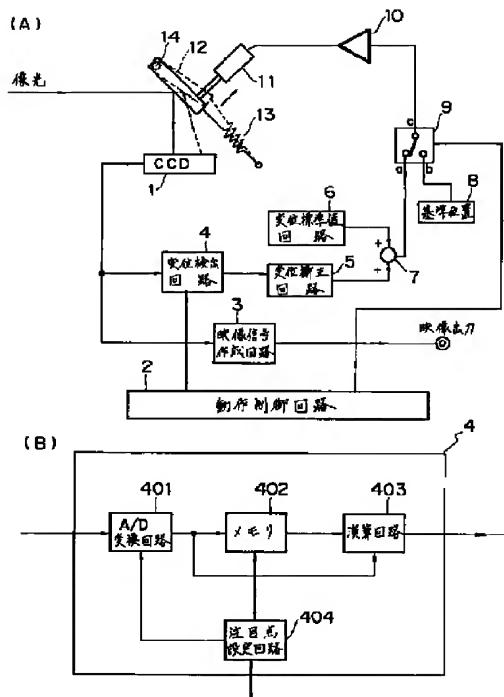
(74)代理人 弁理士 鈴江 武彦

(54)【発明の名称】撮像装置

## (57)【要約】

【目的】光学的に結像面を変位させて高解像度の撮像画像を得る撮像装置に於いて、安価な構成で変位を正確に行うこと。

【構成】被写体からの放射光を反射して電荷結合素子(CCD)に導く反射ミラー12は、変位標準値回路6及び基準位置回路8の出力に応じて揺動し、CCD1結像面に結像される像位置を所定量変位させる。この像位置の変位は、CCD1の出力より変位検出回路4にて検出され、その結果に応じて変位補正回路5は上記像位置の変位量が正確に上記所定量となるよう補正值を出力し、加算回路7にて上記変位標準値回路6の出力と加算される。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 被写体からの放射光を集光する光学系と、

前記集光光を反射する反射ミラーと、

前記反射ミラーにより反射された集光光を検知する固体撮像素子と、

前記反射ミラーを変位させることにより、前記集光光の前記固体撮像素子面に結像された像位置を所定量変位させる像変位手段と、

前記固体撮像素子面での像位置の変位を、前記固体撮像素子の出力より検出する像変位検出手段と、

前記固体撮像素子面での像位置を正確に前記所定量変位させるように、前記像変位検出手段の出力に応じて前記像変位手段を校正する校正手段と、

を具備することを特徴とする撮像装置。

【請求項2】 前記像変位手段は前記反射ミラーによる像位置の変位を一定周期で行わせ、

前記反射ミラーはバネにより保持されていることを特徴とする請求項1に記載の撮像装置。

【請求項3】 被写体からの放射光を集光する光学系と、

前記集光光を反射する反射ミラーと、

前記反射ミラーにより反射された集光光を検知する固体撮像素子と、

前記反射ミラーを変位させることにより、前記集光光の前記固体撮像素子面に結像された像位置を変位させるミラー変位手段と、

前記反射ミラーの変位量を測定するミラー変位検出手段と、

前記反射ミラー変位検出手段の出力に応じて、前記固体撮像素子面に結像された像位置を所定量変位させるように前記ミラー変位手段を駆動する駆動手段と、

前記固体撮像素子面での像位置の変位を、前記固体撮像素子の出力より検出する像変位検出手段と、

前記固体撮像素子面での像位置の変位が正確に前記所定量となるように、前記像変位検出手段の出力に応じて前記ミラー変位検出手段を校正する校正手段と、

を具備することを特徴とする撮像装置。

【請求項4】 前記像変位検出手段は、前記固体撮像素子の出力よりその一部を注目範囲として検出する注目範

囲設定手段と、

前記注目範囲設定手段により検出された前記注目範囲の画素出力の変化より、前記反射ミラーの変位による前記像位置の変化量を検出する変化量検出手段と、

より構成されることを特徴とする請求項1乃至3に記載の撮像装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、二次元の固体撮像素子を用いた撮像装置に係り、特に、素子数の小さい二次元

50

2

の固体撮像素子を用いた場合に於いても高解像度の撮像画像が得られるようにした撮像装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来より、二次元の固体撮像素子を用いた撮像装置に於いては、素子数の小さい二次元の固体撮像素子を用いた場合でも、高解像度の撮像画像が得られるようにすることが望まれており、このような目的を達成するために、種々の試みがなされている。

10

【0003】 例えば、特開昭59-13476号公報には、光学的に結像面を変位させ、変位前後の撮像出力を合成することにより、得られる撮像出力の情報密度を上げる手法が開示されている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記公報に開示されているように光学的に結像面を変位させる方法は、一般に反射ミラー等のメカニカル駆動部が用いられるため、温度変化や経年変化等によるメカニカルな特性の変化により、変位量が変化してしまうという問題点を有している。

20

【0005】 また、反射ミラーの位置を検出して上記メカニカルな特性の変化に対応するとしても、精度の高く、且つ温度変化や経年変化の無い変位検出機構が必要となり、高価な装置となってしまう。

30

【0006】 本発明は、上記の点に鑑みてなされたもので、光学的に結像面を変位させて高解像度の撮像画像を得ることができる安価な撮像装置を提供することを目的としている。

40

【0007】 【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するためには、本発明の撮像装置は、被写体からの放射光を集光する光学系と、前記集光光を反射する反射ミラーと、前記反射ミラーにより反射された集光光を検知する固体撮像素子と、前記反射ミラーを変位させることにより、前記集光光の前記固体撮像素子面に結像された像位置を所定量変位させる像変位手段と、前記固体撮像素子面での像位置の変位を、前記固体撮像素子の出力より検出する像変位検出手段と、前記固体撮像素子面での像位置を正確に前記所定量変位させるように、前記像変位検出手段の出力に応じて前記像変位手段を校正する校正手段とを備えることを特徴としている。

50

【0008】 【作用】 即ち、本発明による撮像装置では、像変位検出手段により固体撮像素子面での像位置の変位を固体撮像素子の出力から検出し、この検出結果に応じて、校正手段によって、固体撮像素子面での像位置を正確に所定量変位させるように像変位手段を校正するようにしている。

【0009】 つまり、結像面の変位量を固体撮像素子の出力より測定し、測定された変位量を基に反射ミラーの変位量を調整することにより、メカニカル駆動部の温度

変化や経年変化等による特性の変化に対応している。

【0010】

【実施例】以下、図面を参照して本発明の実施例を説明する。

＜第1実施例＞先ず、図2の(A)及び(B)を用いて、結像面の変位による高解像度化の説明を行う。

【0011】図2の(A)は、電荷結合素子(CCD)1の画素配置を説明するための図である。同図中、101～104で示しているのが光電変換用のセルであり、セル1個が1画素に対応する。隣接画素との間隔は、水平方向(X)、垂直方向(Y)共に“L”である。

【0012】図2の(B)は、画素ピッチの1/2(L/2)だけX、Y両方向にCCD1を移動させた場合の図である(同図中、破線にて移動後のセルの位置を示してある)。

【0013】図2の(B)より明らかなように、移動後のセルは、被写体の異なった位置を受光することとなるため、移動前後のCCD1出力を合成、補間することにより、高解像度の撮像画像を得ることができる。

【0014】上述した説明は便宜上CCD1を変位せしめた例であるが、結像面とCCD1の関係は相対的なものであり、結像面を画素ピッチの1/2(L/2)だけ変位させても同様の結果になることは容易に理解される。そこで、本第1実施例では、結像面を光学的に変位させ、高解像度の撮像画像を得ている。

【0015】図1の(A)は、本第1実施例の構成を示す図である。像光は、不図示の対物レンズを通り、反射ミラー12で反射された後、CCD1上に結像する。CCD1は、光像の明暗に応じた電気信号を、映像信号作成回路3及び変位検出回路4に出力する。映像信号作成回路3は、CCD1から入力された電気信号を合成、補間し、高解像度の撮像画像を映像信号として出力する。

【0016】変位検出回路4は、CCD1から入力された電気信号から、実際の結像面の変位量が、設定値であるL/2(画素ピッチの1/2)に対して、どの程度であるかを測定し、変位量をL/2とするための補正值を求めて、変位補正回路5に出力する。変位補正回路5は、この変位検出回路4からの補正值を保持すると共に、加算回路7に出力する。

【0017】一方、変位標準値回路6は、加算回路7に結像面の変位量をL/2とするための標準値を出力する。加算回路7は、この変位標準値回路6からの標準値に変位補正回路5からの補正值を加えて、切り替え回路9に出力する。切り替え回路9を通った信号は、パワーアンプ10を通ってボイスコイルモータ(Voice Coil Motor: VCM)11に加えられる。

【0018】VCM11は、パワーアンプ10により与えられる電流量に応じて力を発生し、反射ミラー12を変位させる。反射ミラー12はバネ13と支持部材14により支持されており、VCM11により加えられた力

に応じて像光をCCD1に反射する角度を可変する。

【0019】上記切り替え回路9のもう一方の入力には、基準位置回路8より結像面の変位量を零とするための設定値が与えられている。この切り替え回路9は、動作制御回路2により、加算回路7の出力と基準位置回路8の出力とを交互に切り替える。動作制御回路2は、その他、本実施例装置内の各部の動作制御を行う。

【0020】図1の(B)は、上記変位検出回路4の構成を示す図である。CCD1からの画像情報は、A/D変換回路401によりデジタル化された後、メモリ402に格納されると共に演算回路403にも与えられる。メモリ402に格納された情報は、注目点設定回路404の指示に基づき演算回路403に適宜出力され、そこで変位量の測定及び校正が行われる。また、メモリ402のデータを基に注目点設定回路404が注目点の設定を行う。注目点については後に説明を行う。

【0021】次に、本第1実施例の動作について説明する。上記のような構成の装置の動作は、(1)撮像動作と(2)変位量校正動作との2つにわけられる。

【0022】(1)撮像動作では、結像面の変位量を零とした状態でのCCD1の出力と、結像面を水平及び垂直方向にL/2変位させた状態でのCCD1の出力とを映像信号作成回路3が合成、補間し、高精細画像として出力している。そのため、反射ミラー12は、加算回路7の出力と基準位置回路8の出力とに基づいた量だけ交互に移動されて振動を繰り返すことにより、結像面の変位を行っている。

【0023】即ち、結像面の変位量を零とした場合、切り替え回路9は、基準位置回路8からの信号をパワーアンプ10に供給する。このとき、反射ミラー12は図1の(A)上で実線で示した位置となる。また、結像面をL/2変位させる場合、切り替え回路9は加算回路7からの出力をパワーアンプ10に供給する。そのため、反射ミラー12は角度を変更し、図1の(A)上で破線で示した位置となり、結果としてCCD1上の光像がL/2シフトすることとなる。

【0024】(2)変位量校正動作は、撮像動作時に反射ミラー12によるCCD1上の結像面の変位量を正確にL/2にする動作である。即ち、本実施例装置に於いて、変位量は前記のごとく加算回路7と基準位置回路8の出力差に対する反射ミラー12の振れ量で決まるため、反射ミラー12のメカ機構部の特性変化の影響を直接受けることとなる。そのため、実施例装置に於いては、校正動作を電源投入直後、一定時間経過後、そして反射ミラー12の周囲温度の変化が観測された場合(温度測定は、反射ミラー12周間に配置された温度センサ(図示せず)を動作制御回路2が監視して行っている)に行ない、変位量を一定に保つようにしている。

【0025】先ず、変位量校正動作に用いられる変位量の測定方法について説明する。図3は、四角形の物体を

撮像した時のCCD1上の光量分布を示した図である。図4の(A)は、図3の状態を真上から見た図であり、図4の(B)は、変位量の測定での注目点での画素位置とCCD1の出力との関係を示した図である。図4の(A)に於いて、実線及び破線で示された四角形が、変位前後の物体の光像である。

【0026】変位量測定開始時、動作制御回路2は、注目点設定回路404に対し動作開始指令を与え、現在撮像している画像で変位量の測定が可能か否かを測定させる。注目点設定回路404は、メモリ402に記憶されている現在の画像データ中に数画素間に渡って、Y方向の変化がなく且つX方向に直線的に変化しているデータ範囲があるか否かをチェックする。その結果、条件を満足する範囲が画像中に存在した場合、その範囲を注目点として検出し、変位量測定動作を開始すると共に動作制御回路2に通知する。図4の(A)に示した注目点は、四角形物体の右端であり、図3からわかるように、Y方向の光量変化がなく且つX方向に直線的に変化しているため、注目点としての要求を満足している。

【0027】図4の(B)は、このような注目点中のX方向の1ラインについて、X方向位置を横軸、A/D変換回路401出力を縦軸にとった図である。同図中、X1, X2は隣接画素であり、Z1, Z2はそれぞれシフト量零の時の画素X1, X2に於けるA/D変換回路401の出力、Z3はL/2シフト時の画素X2に於けるA/D変換回路の出力である。Z1, Z2, Z3が距離に対して直線的になっている場合、実際のシフト量がL/2であれば、 $Z3 = (Z1 + Z2) / 2$ となる。逆に、シフト誤差(E)は、 $E = K (Z3 - (Z1 + Z2) / 2)$ で得られる。

【0028】本実施例装置に於いては、変位量の測定は、それに続く校正動作と同時に行われる。即ち、上記シフト誤差(E)を零にするように変位補正回路5を校正することにより行われている。以下、本実施例装置に於ける変位量測定及び校正動作について具体的に説明する。

【0029】変位量測定及び校正動作時、変位検出回路4は、メモリ402より注目点のデータ(Z1, Z2)を演算回路403に取り込んだ後、動作制御回路2に要請して切り替え回路9を切り替え、反射ミラー12を変位させる。変位後の画素X2に於けるデータはZ3であるから、演算回路403は、画素X2でのデータをA/D変換回路401より得る毎に、上記 $E = K (Z3 - (Z1 + Z2) / 2)$ の演算を行い、 $E = 0$ (即ち、 $Z3 = (Z1 + Z2) / 2$ )となるように変位補正回路5に校正信号を与えて、その変位補正回路5の出力を可変する。反射ミラー12は変位補正回路5の出力に応じて変位角が可変するため、Z3もそれに応じて変化する。そして、 $E = 0$ となった時、変位検出回路4は上記校正信号出力を停止し、これにより変位補正回路5は、その

時の出力を校正後の変位補正回路5の出力として保持する。これにより校正動作が終了する。上記手順により校正が終了し、結果として、加算回路7の出力が、反射ミラー12を、X, Y方向に正確に1/2ピッチずらす量に校正されたこととなる。

【0030】以上のような校正終了後は、切り替え回路9を切り替える毎に、CCD1上の光像位置が正確に1/2ピッチ変動するため、前記の如く校正動作を適宜行うことにより、温度変化や経年変化に影響されずに高解像度の画像を得ることが可能となる。

#### <第2実施例>

【0031】次に、図5乃至図8を参照して本発明の第2実施例を説明する。図5はその構成を示す図であり、第1実施例と同様のものには図1の(A)と同一の番号を付してある。

【0032】本第2実施例に於いては、反射ミラー22は、図6の(A)乃至(C)に示す如くバネ部材801a～801dにより支持されるとともに、マグネット802a～802dと駆動コイル803a～803dとにより発生する力によって位置決めされている。同図の(A)は反射ミラー22及びミラー支持部材21の正面図、(B)は側面図、(C)は反射ミラー22のX方向への回動についての説明図である。

【0033】反射ミラー22の回動は、駆動コイル803a～803dに電流を流して反射ミラー22に取り付けられたマグネット802a～802dとの間に力を発生させることにより行われる。例えば、X方向への回動は、図6の(C)に示した如く駆動コイル803b, 803dに電流を流すことによりマグネット802b, 802dとの間に図中垂直に走る線で示したx方向回動中心線を中心として反射ミラー22がX方向に回動させる力を発生させて行われる。また、図6の(A)乃至(C)から明らかなように、反射ミラー22は、X方向とY方向に独立して制御される。

【0034】本第2実施例では、図5に示す如く、反射ミラー22の位置は、LEDユニット15、反射ミラー22、フォトディテクタユニット16により構成される位置検出ブロックにより検出される。即ち、LEDユニット15から出射した光スポットは、反射ミラー22により反射されて、フォトディテクタユニット16上に照射される。フォトディテクタユニット16には、図7に示すように、A, B, C, Dの4個のフォトディテクタが取り付けられている。また、フォトディテクタユニット16は、同図に示すように、反射ミラー22の揺動により前記光スポットの移動するXY方向と各フォトディテクタ素子の並び方向とが一致するように配置されている。そのため、フォトディテクタユニット16の出により、反射ミラー12のXY方向の変位角が検出可能となる。

【0035】本構成をとることにより、反射ミラー12

のXY方向の位置決めが閉ループ制御で行われるため、反射ミラー12の変位動作が高速に行われ、撮像期間の短縮が図られている。

【0036】しかしながら、LEDユニット15の出射光量、反射ミラー12の反射率、フォトディテクタの出力オフセットが変化するため、温度変化や経年変化が発生した場合、フォトディテクタにより検出された変位角と実際の変位角が一致しなくなることとなる。

【0037】次に、本第2実施例の動作について説明する。本実施例装置の動作も、前述した第1実施例と同様に、(1)撮像動作と(2)変位量校正動作との2つにわけられる。

【0038】(1)撮像動作に於いては、本第2実施例も上記第1実施例と同じくCCD1の光像をX、Y方向にそれぞれL/2ピッチずらして撮像しているが、本実施例装置では反射ミラー12の位置制御をフォトディテクタユニット16からの出力を基に行い、校正をCCD1からの情報を基に行っている。

【0039】先ず、反射ミラー22が基準位置に在る時、ディテクタ出力演算回路17は、フォトディテクタユニット16の出力(PA～PD)より、X方向エラー信号( $PE_X = (PA + PC) - (PB + PD)$ )及びY方向エラー信号( $PE_Y = (PA + PB) - (PC + PD)$ )を作成し、加算回路7a、7bに出力している。スイッチ19a、19bは共にオープンとなっており、よって加算回路7a、7bは、ディテクタ出力演算回路17の出力をそのまま位相補償回路20a、20bに加える。位相補償回路20a、20bは、入力信号に位相進みを与える回路であり、位相進みを与えられることによりフォトディテクタユニット16、ディテクタ出力演算回路17、加算回路7a、7b、位相補償回路20a、20b、パワーアンプ10a、10b、反射ミラー22で構成されるY方向及びX方向の位置決めループが安定した位置決め状態となる。この時、反射ミラー22は、フォトディテクタユニット16上の光スポットが4個のディテクタに均等にかかり(図7中に実線で示した光スポット)、ディテクタ出力演算回路17及び加算回路7a、7bの出力が零となるような位置に位置決めされる。

【0040】次に、反射ミラー22がシフト位置に在る時の説明を行う。但し、動作は、X方向、Y方向とも同じであるので、ここではY方向についてのみ行う。

【0041】即ち、シフト時、スイッチ19aは閉じており、加算回路7aにはY変位量設定回路18aとディテクタ出力演算回路17の出力が加えられている。この時、反射ミラー22は加算回路7aの出力を零とする信号をディテクタ出力演算回路17に発生させる位置に位置決めされる。即ち、反射ミラー22は、ディテクタ出力演算回路17がY変位量設定回路18aの出力を打ち消すだけのY方向エラー信号を出力する量だけ、Y方向

に回動することとなる。そして、この回動によるCCD1上のY方向の光像の変位量がL/2となるようになっている。図7に、変位量零の時のL/2の時のフォトディテクタユニット16上の光スポットの位置を、破線にて示す。

【0042】次に、(2)変位量校正動作について説明する。変位量校正動作は、前述した第1実施例と同じく、CCD1上での実際の結像面の変位を変位検出回路4により検出して行う。本第2実施例では、X方向、Y方向の2方向について校正を行うため、注目点を2点としている。X方向については、上記第1実施例と同じであるので、Y方向について説明する。

【0043】図8の(A)に於いて、図中右下の円で囲まれた部分がY方向注目点である。このY方向注目点は、画像データ中に数画素間に渡って、X方向の変化がなく且つY方向に直線的に変化している範囲を指定する。同図に示した注目点は、四角形物体の右端であり、X方向の光量変化がなく且つY方向に直線的に変化しているため、Y方向注目点としての要求を満足している。

【0044】図8の(B)は、Y方向注目点のY方向の1ラインについてY方向位置を横軸に、A/D変換回路401出力を縦軸にとった図である。同図中、Y1、Y2は隣接画素であり、Z4、Z5はそれぞれシフト量零の時の画素Y1、Y2に於けるA/D変換回路401の出力、Z6はL/2シフト時の画素Y2に於けるA/D変換回路401の出力である。Z4、Z5、Z6が距離に対して直線的になっている場合、実際のシフト量がL/2であれば、 $Z6 = (Z4 + Z5) / 2$ となる。逆に、Y方向シフト誤差(EY)は、 $EY = K(Z6 - (Z4 + Z5) / 2)$ で得られる。また、X方向シフト誤差(EX)についても、前述の第1実施例と同じく、 $EX = K(Z3 - (Z1 + Z2) / 2)$ で得られる。また、変位量の測定及び校正動作は、第1実施例と同じくシフト誤差(E)を零にするように変位補正回路5を校正することにより行われている。以下、本実施例装置に於ける変位量測定及び校正動作について具体的に説明する。

【0045】変位量測定及び校正動作時、変位検出回路4は、メモリ402よりX方向及びY方向注目点のデータ( $Z1, Z2, Z4, Z5$ )を演算回路403に取り込んだ後、動作制御回路2に要請してスイッチ19a及び19bを閉じて反射ミラー12を変位させる。変位後の画素X2、Y2に於けるデータはZ3、Z6であるから、演算回路403は、画素X2、Y2でのデータをA/D変換回路401より得る毎に上記 $EX = K(Z3 - (Z1 + Z2) / 2)$ 及び $EY = K(Z6 - (Z4 + Z5) / 2)$ の演算を行い、 $EX = 0, EY = 0$ となるようX変位量設定回路18a及びY変位量設定回路18bの出力を可変する。反射ミラー12は各変位量補正回路の出力に応じて変位角が可変するため、Z3、Z6も

それに応じて変化する。そして、 $EX=0$ 、 $EY=0$ となった時の各変位量設定回路の出力を、校正後の各変位量設定回路の出力として保持し、校正動作を終了する。これにより、各変位量設定回路 18a、18b の出力は、反射ミラー 12 を X、Y 方向に正確に  $1/2$  ピッチずらす量となるよう校正されたこととなる。

【0046】校正終了後は、スイッチ 19a 及び 19b を ON-OFF する毎に、CCD 1 上の光像位置が正確に  $1/2$  変動するため、温度変化や経年変化に影響されずに高解像度の画像を得ることが可能となる。

【0047】なお、本第 2 実施例では、XY 方向のシフト量を画素ピッチの  $1/2$  とした例を用いて説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、シフト量をさらに細かく  $1/N$  ( $N > 2$ ) とし、CCD 1 の出力を N 回合成して画像を得ることにより、解像度をさらに高めることができる。

#### 【0048】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明によれば、光学的に結像面を変位させて高解像度の撮像画像を得ることができる安価な撮像装置を提供することができる。即ち、撮像素子の出力により変位量を制御しているため、変位が正確に行われると共に安価で高精細な撮像装置の提供を可能にしている。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】(A) は本発明の第 1 実施例の構成を示す図であり、(B) は (A) 中の変位検出回路のブロック構成図である。

【図 2】(A) 及び (B) はそれぞれ結像面の変位による高解像度化を説明するための図で、特に (A) は電荷結合素子 (CCD) の画素配置を示す図であり、(B)

は CCD の X、Y 両方向移動前後のセルの位置関係を示す図である。

【図 3】四角形の物体を撮像した時の CCD 上の光量分布を示す図である。

【図 4】(A) は図 3 の状態に於いて CCD を真上から見た場合を示す図であり、(B) は変位量の測定での注目点での画素位置と CCD の出力との関係を示す図である。

【図 5】本発明の第 2 実施例の構成を示す図である。

【図 6】(A) は反射ミラー及びミラー支持部材の正面図、(B) は側面図、(C) は反射ミラー 22 の X 方向への回動を説明するための斜視図である。

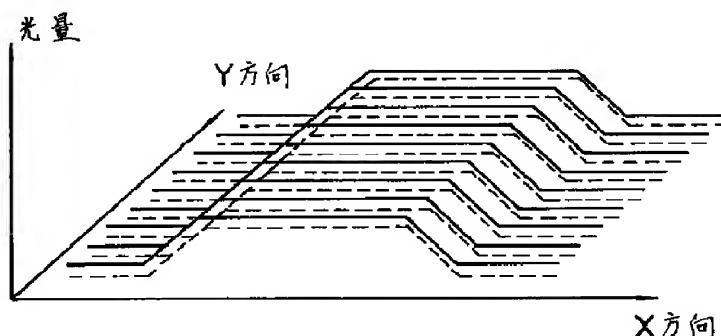
【図 7】図 5 中のフォトディテクタユニットの構成を示す正面図である。

【図 8】(A) は四角形の物体を撮像した時の CCD を真上から見た場合を示す図であり、(B) は Y 方向注目点の Y 方向の 1 ラインについて画素位置と CCD の出力との関係を示す図である。

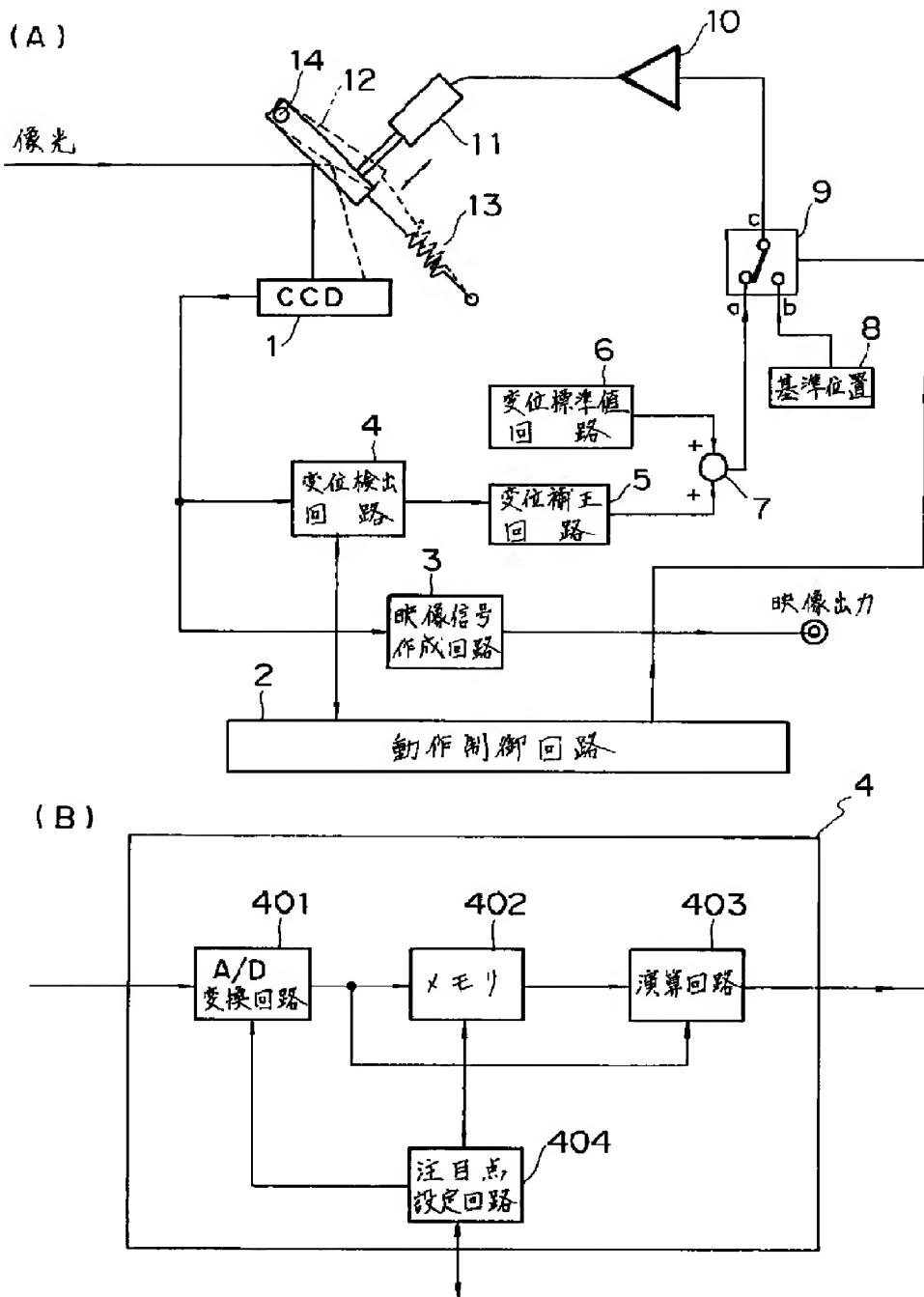
#### 【符号の説明】

20 1…電荷結合素子 (CCD)、2…動作制御回路、4…変位検出回路、5…変位補正回路、6…変位標準値回路、7, 7a, 7b…加算回路、8…基準位置回路、9…切り替え回路、12, 22…反射ミラー、13…バネ、16…フォトディテクタユニット、17…ディテクタ出力演算回路、18a…X 変位量設定回路、18b…Y 変位量設定回路、19a, 19b…スイッチ、20a, 20b…位相補償回路、21…ミラー支持部材、401…A/D 変換回路、402…メモリ、403…演算回路、404…注目点設定回路。

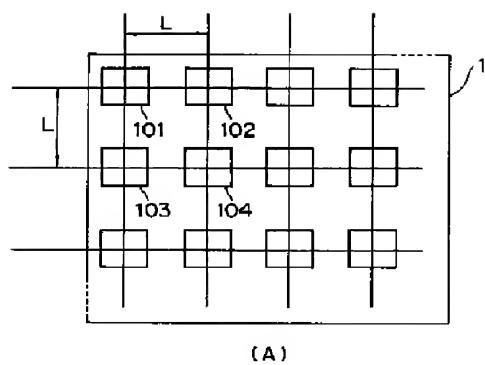
【図 3】



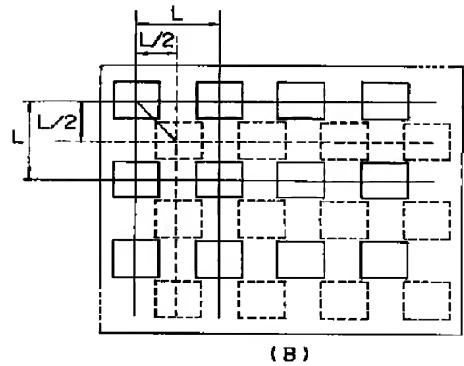
【図1】



【図2】

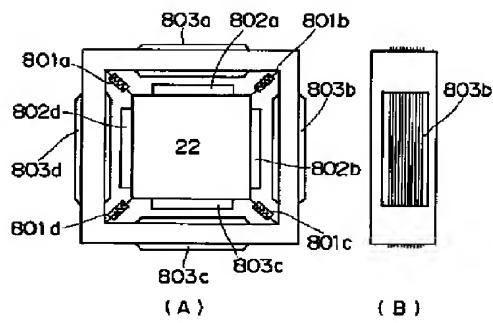


(A)



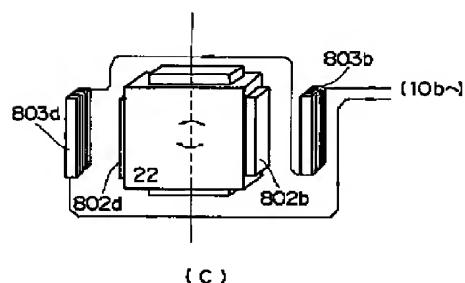
(B)

【図6】



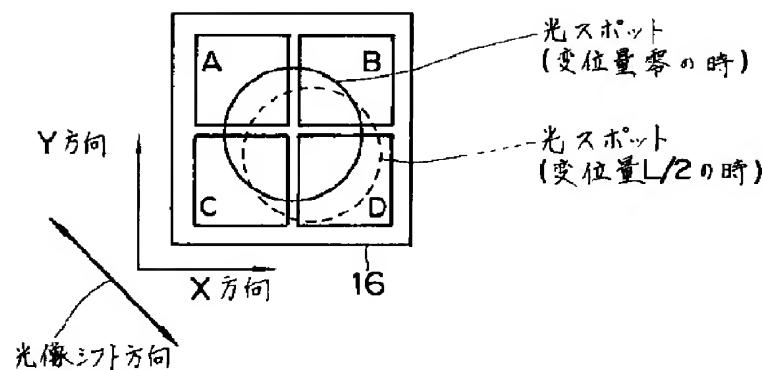
(A)

(B)

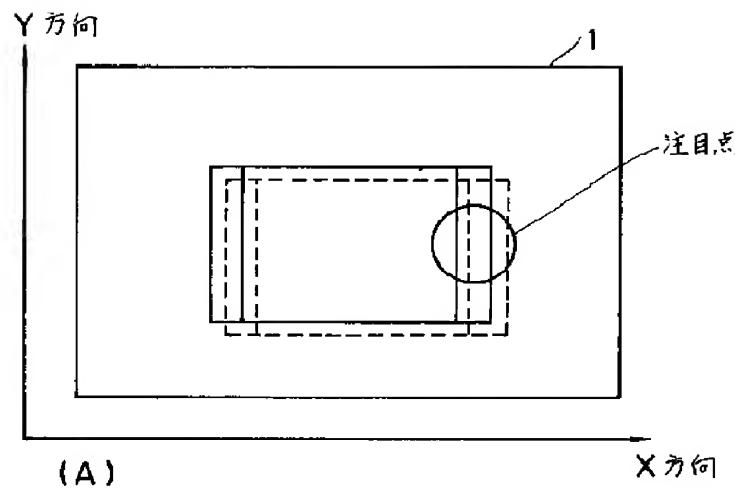


(C)

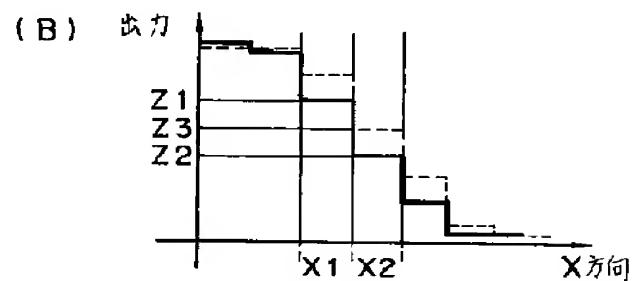
【図7】



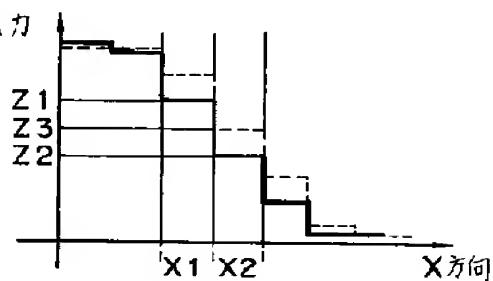
【図4】



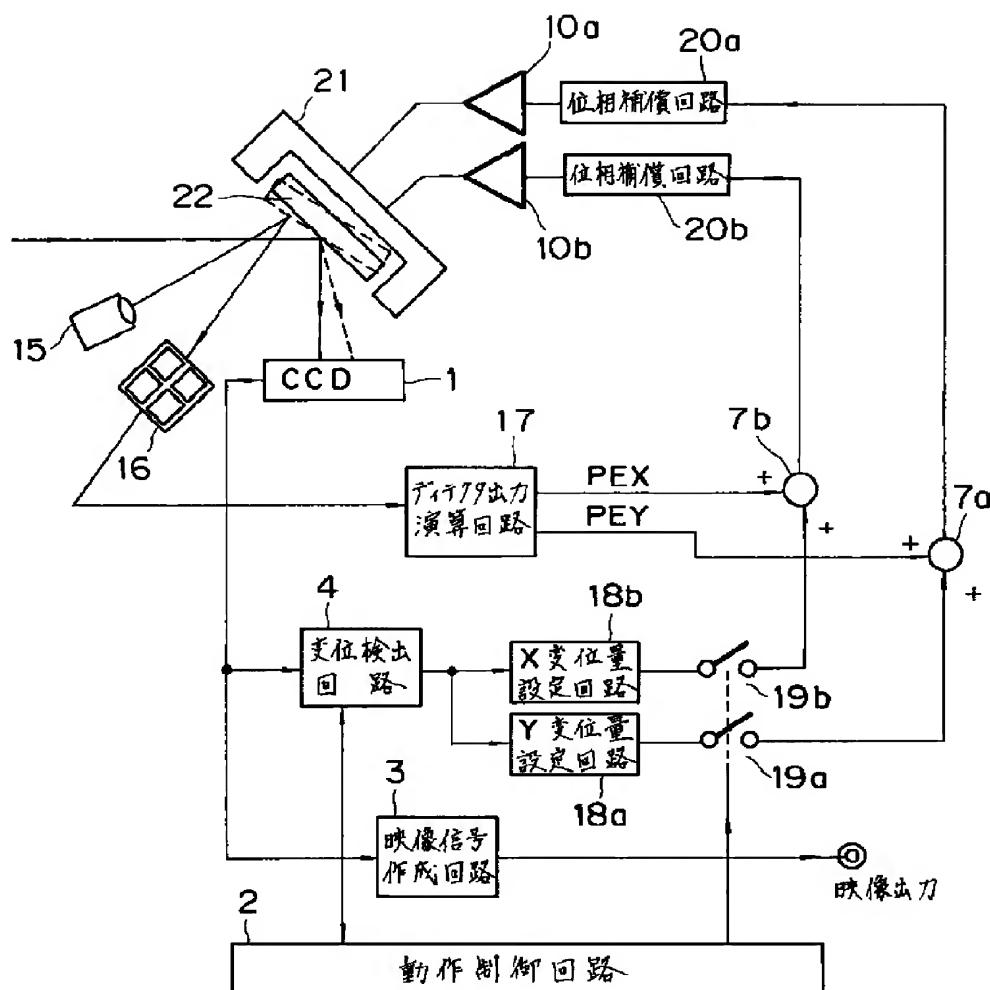
(A)



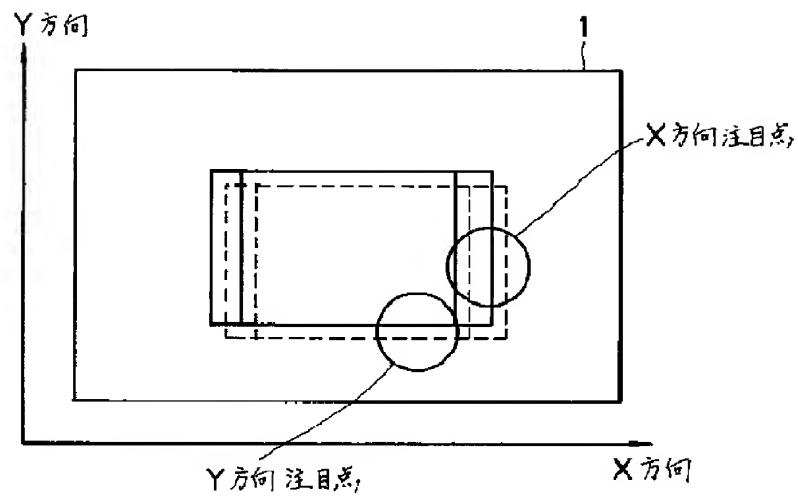
(B) 出力



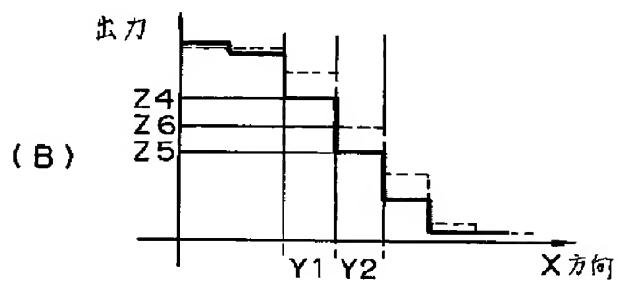
【図5】



【図8】



(A)



(B)